

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-230469  
(43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.CI. H01L 43/08  
G11B 5/39  
G11C 11/15

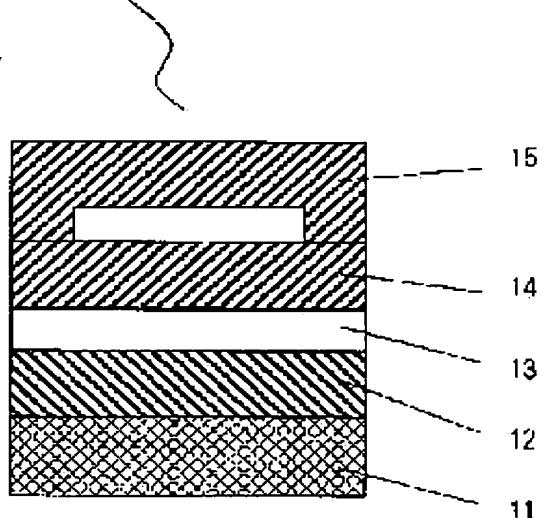
(21)Application number : 2000-039168 (71)Applicant : SHARP CORP  
(22)Date of filing : 17.02.2000 (72)Inventor : MICHIJIMA MASASHI  
HAYASHI HIDEKAZU  
NAMIKATA RYOJI

## (54) MAGNETIC TUNNEL JUNCTION ELEMENT AND MAGNETIC MEMORY USING THE SAME

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a defect than in the conventional magnetic tunnel junction(MTJ) element, magnetic poles are generated on both ends since a ferromagnetic layer which will serve as a memory layer is laterally magnetized and a demagnetizing field caused by the magnetic poles generated on both ends becomes larger with the shrinkage of the element which is required for a higher density of a magnetic memory, eventually causing unstabilized magnetization of the memory layer.

SOLUTION: On the ferromagnetic layer 14 which will become the memory layer of the MTJ element 1, a closed magnetic path layer 15 is so formed that a central part may be separated from the ferromagnetic layer 14.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3515940

[Date of registration] 23.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The magnetic tunnel joint component characterized by being the magnetic tunnel junction component which carried out the laminating of the 1st magnetic layer, an insulating layer, and the 2nd magnetic layer to order at least, having prepared the 3rd magnetic layer in a side which is [ said insulating regular placing being / of said 1st or 2nd magnetic layer / a layer, and ] different at least, and constituting a closed magnetic circuit by said 1st and 3rd magnetic layers or said 2nd and 3rd magnetic layers.

[Claim 2] Said 3rd magnetic layer is a magnetic tunnel junction component according to claim 1 characterized by joining to said 1st or 2nd magnetic layer through direct or the 4th magnetic layer in both ends while estranging a center section.

[Claim 3] alienation with said 1st or 2nd magnetic layer and 3rd magnetic layer -- the magnetic tunnel junction component according to claim 2 characterized by preparing at least one lead wire in the section.

[Claim 4] Magnetic memory which carries out the laminating of the 1st magnetic layer, an insulating layer, and the 2nd magnetic layer to order at least, and is characterized by using the magnetic tunnel junction component which prepared the 3rd magnetic layer in a side which is [ said insulating regular placing being / of said 1st or 2nd magnetic layer / a layer, and ] different at least, and constituted the closed magnetic circuit by said 1st and 3rd magnetic layers or said 2nd and 3rd magnetic layers.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates to the magnetic memory which used a magnetic tunnel junction component and it.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** In recent years, since a big output is obtained compared with a conventional anisotropy magneto-resistive effect (AMR) component and a conventional giant magneto-resistance (GMR) component, the magnetic tunnel junction (MTJ) component is considered in the application to the reproducing head for HDD (hard disk drive), or magnetic memory.

**[0003]** It is useful that there is no danger that the contents of record will disappear even if the radiation whose count of a repeat which does not lose information even if a power source is severed is an infinity time carries out incidence, in magnetic memory especially although it is the solid-state memory which does not have the operation section as well as semiconductor memory etc. as compared with semiconductor memory.

**[0004]** As a configuration of the conventional MTJ component, what is shown for example, in the publication-number No. 106514 [ nine to ] official report is shown in drawing 6.

**[0005]** The MTJ component of drawing 6 carries out the laminating of the antiferromagnetism layer 41, the ferromagnetic layer 42, an insulating layer 43, and the ferromagnetic layer 44. Here, Fe, Co, nickel, or these alloys were used as the ferromagnetic layer 42 and a ferromagnetic layer 44, using alloys, such as FeMn, NiMn, PtMn, and IrMn, as an antiferromagnetism layer 41. Moreover, although various kinds of oxides and nitrides are examined as an insulating layer 43, it is known that the highest magnetic-reluctance (MR) ratio will be obtained in the case of 2Oaluminum3 film.

**[0006]** Moreover, in addition to this, the proposal using the difference of the coercive force of the ferromagnetic layer 42 and the ferromagnetic layer 44 of a MTJ component is also made with the configuration except the antiferromagnetism layer 41.

**[0007]** Next, the principle of operation in the case of using the MTJ component of the structure of drawing 6 for magnetic memory is shown in drawing 7.

**[0008]** Each magnetization of the ferromagnetic layer 42 and the ferromagnetic layer 44 is in a film surface, and it has effectual uniaxial magnetic anisotropy so that it may become parallel or anti-parallel. And it is substantially fixed to an one direction by switched connection with the antiferromagnetism layer 41, and magnetization of the ferromagnetic layer 42 holds record in the direction of magnetization of the ferromagnetic layer 44.

**[0009]** Information is written in by changing the sense of magnetization of the ferromagnetic layer 44 using the field which the current line which magnetization of the ferromagnetic layer 44 used as this memory layer detected that resistance of the MTJ component 4 differed by parallel or anti-parallel, read information, and has arranged near the MTJ component generates.

**[0010]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** By the way, with the MTJ component of the above-

mentioned structure, since magnetization of the ferromagnetic layer 42 and the ferromagnetic layer 44 is field inboard, a magnetic pole is generated in both ends. Although it is necessary to make the MTJ component 4 detailed to attain densification of magnetic memory, the effect of an anti-field by the magnetic pole of both ends becomes large with detailed-izing of a component.

[0011] Since switched connection is carried out to the antiferromagnetism layer 41 about the ferromagnetic layer 42, there is little above-mentioned effect of an anti-field, and it can make zero substantially the magnetic pole generated at the edge by constituting the ferromagnetic layer 42 from two ferromagnetic layers which carry out antiferromagnetism association as indicated by the U.S. Pat. No. 5841692 number official report.

[0012] However, since the technique same about the ferromagnetic layer 44 used as a memory layer cannot be taken, a pattern will take for making it detailed, it will become unstable under the effect of an edge magnetic pole magnetizing it, and maintenance of record will be difficult.

[0013] Then, in order to solve the above-mentioned technical problem, even if a pattern makes this invention detailed, it aims at offering the magnetic tunnel junction component to which the magnetization condition recorded on the memory layer can exist in stability, and the magnetic memory using it.

[0014]

[Means for Solving the Problem] The magnetic tunnel junction component of this invention is a magnetic tunnel junction component which carried out the laminating of the 1st magnetic layer, an insulating layer, and the 2nd magnetic layer to order at least, prepares the 3rd magnetic layer in a side which is [ said insulating regular placing being / of said 1st or 2nd magnetic layer / a layer, and ] different at least, and is characterized by constituting a closed magnetic circuit by said 1st and 3rd magnetic layers or said 2nd and 3rd magnetic layers.

[0015] Furthermore, said 3rd magnetic layer is characterized by joining to said 1st or 2nd magnetic layer through direct or the 4th magnetic layer in both ends while it estranges a center section.

[0016] furthermore, alienation with said 1st or 2nd magnetic layer and 3rd magnetic layer -- it is characterized by preparing at least one lead wire in the section.

[0017] Moreover, the magnetic memory of this invention carries out the laminating of the 1st magnetic layer, an insulating layer, and the 2nd magnetic layer to order at least, prepares the 3rd magnetic layer in a side which is [ said insulating regular placing being / of said 1st or 2nd magnetic layer / a layer, and ] different at least, and is characterized by using the magnetic tunnel junction component which constituted the closed magnetic circuit by said 1st and 3rd magnetic layers or said 2nd and 3rd magnetic layers.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained using drawing 5 R> 5 from drawing 1.

[0019] The example of a configuration of the MTJ component of this invention is shown in drawing 1.

[0020] As shown in drawing 1, the MTJ component 1 of this invention consists of the antiferromagnetism layer 11, the ferromagnetic layer 12, an insulating layer 13, a ferromagnetic layer 14, and a closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15. It joined directly at both ends and the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15 are estranged in the center section.

[0021] Moreover, as shown in drawing 1, by carrying out the laminating of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15, magnetization with the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15 comes to constitute a closed loop (closed magnetic circuit), and it can avoid that a magnetic pole is generated at the edge of the ferromagnetic layer 14 by this.

[0022] Moreover, switched connection of the antiferromagnetism layer 11 and the ferromagnetic layer 12 is carried out.

[0023] Alloys, such as FeMn, NiMn, PtMn, and IrMn, can be used as an ingredient of the antiferromagnetism layer 11, and Fe, Co, nickel, or these alloys can be used as an ingredient of the

ferromagnetic layers 12 and 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15. Moreover, although the point of MR ratio to 2Oaluminum3 film is desirable as an insulating layer 13, it does not matter whether it is also insulator layers, such as other oxide films and a nitride, or is insulator layers, such as Si film, diamond film, and diamond-like carbon (DLC) film.

[0024] As for the thickness of the ferromagnetic layers 12 and 14 and the closed magnetic circuit layer 15, it is desirable that it is 10A or more. When this has too thin thickness, it is for superparamagnetizing under the effect of heat energy.

[0025] Moreover, as for the thickness of said insulating layer 13, it is desirable that it is [ 3A or more ] 30A or less. When the thickness of an insulating layer 13 is 3A or less, the ferromagnetic layer 12 and the ferromagnetic layer 14 may short-circuit electrically, and this is because an electronic tunnel cannot occur easily and a magnetic-reluctance ratio becomes small, when the thickness of an insulating layer 13 is 30A or more.

[0026] Moreover, as a MTJ component of this invention, as shown in drawing 2 R>2 and drawing 3 , it can join through the ferromagnetic layer 16 and 16' at both ends, and the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15 can also be made into the structure where it has estranged, in the center section.

[0027] Next, the schematic diagram at the time of using the MTJ component 1 of this invention for the magnetic memory in which random access is possible is shown in drawing 4 .

[0028] The transistor 21 has the role which reads and sometimes chooses the MTJ component 1. "0" or "1" information is recorded by the magnetization direction of the ferromagnetic layer 14 of the MTJ component 1 shown in drawing 1 , and the magnetization direction of the ferromagnetic layer 12 is being fixed. And when magnetization of the ferromagnetic layer 12 and the ferromagnetic layer 14 is parallel, resistance is low, and when it is anti-parallel, information is read using the magneto-resistive effect that resistance becomes high. On the other hand, writing is realized by reversing the sense of magnetization of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15 by the synthetic field which a bit line 22 and a word line 23 form. In addition, 24 is a plate line.

[0029] The example of arrangement of a bit line 22 and a word line 23 is shown in drawing 5 . it is shown in drawing 5 -- as -- the center of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15 -- alienation -- by making circles penetrate a bit line 22 and a word line 23, the current value taken to reverse the sense of magnetization of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15 becomes small, and the power consumption of magnetic memory can be reduced.

[0030] In addition, it is also possible for it not to be restricted to drawing 5 and to form a bit line and a word line on the same flat surface as arrangement of a bit line and a word line. Moreover, it is also possible to prepare both or one of wiring near the exterior of a MTJ component, and a process becomes easy by doing in this way.

[0031] Moreover, although the bit line 22 and the word line 23 are both electrically insulated from the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15 in drawing 5 , it is also possible to consider as the electrode for connecting either with the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer (ferromagnetic layer) 15 electrically, and detecting resistance change.

[0032] Moreover, although magnetization of the ferromagnetic layer 12 is being fixed in \*\*\*\* by switched connection with the antiferromagnetism layer 11, it is also possible to take the means of others of using the ferromagnetic large ingredient of holding power.

[0033] Moreover, the effect of the magnetic pole produced at the edge of the ferromagnetic layer 12 is mitigable by constituting the ferromagnetic layer 12 from two ferromagnetic layers which carry out antiferromagnetism association through a metal layer. Moreover, even if it constitutes the ferromagnetic layer 12 from a ferrimagnetism ingredient like the rare earth-transition-metals alloy film of a presentation near the compensation point for example, the effect of the magnetic pole of an edge can be reduced similarly.

[0034] Moreover, the case of drawing 1 is possible also for carrying out the laminating of each class to a reverse order.

[0035] Moreover, although closed magnetic circuit structure was formed only in one ferromagnetism (ferromagnetic layer 14) in drawing 1, closed magnetic circuit structure may be formed in both ferromagnetic layers (ferromagnetic layers 12 and 14).

[0036] Moreover, although \*\*\*\* showed only the MTJ component part, it is clear that an electrode, a substrate, a protective layer, an adhesion layer, etc. for current supply sources are needed in actual component formation.

[0037]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the magnetization condition stabilized even if the pattern was made detailed since the effect of an edge magnetic pole was reduced can be held, and since the ferromagnetic layer used as a memory layer takes closed magnetic circuit structure, it serves as stability to an external leakage field.

[0038] Moreover, since the effect of an edge magnetic pole can be reduced, by the ability holding the magnetization condition stabilized even if the pattern was made detailed, magnetic memory of a higher degree of integration can be realized, and the power consumption of magnetic memory can be reduced.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is drawing showing the example of a configuration of the MTJ component by this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing other examples of a configuration of the MTJ component by this invention.

[Drawing 3] It is drawing showing other examples of a configuration of the MTJ component by this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing the example of a configuration of the magnetic memory using the MTJ component of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the example of arrangement of the word line and bit line of the magnetic memory using the MTJ component of this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the example of a configuration of the conventional MTJ component.

[Drawing 7] It is drawing showing the principle of operation of the conventional MTJ component used for magnetic memory.

**[Description of Notations]**

1: MTJ component

11 31: Antiferromagnetism layer

12, 14, 32, 34: A ferromagnetic layer

13 33: Insulating layer

15 35: Closed magnetic circuit layer

21: Transistor

22: Bit line

23: Word line

24: Plate line

41: Antiferromagnetism layer

42 44: A ferromagnetic layer

43: Insulating layer

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-230469

(P2001-230469A)

(43)公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 L 43/08  
G 11 B 5/39  
G 11 C 11/15

識別記号

F I  
H 01 L 43/08  
G 11 B 5/39  
G 11 C 11/15

テ-マ-ト(参考)  
Z 5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願2000-39168(P2000-39168)

(22)出願日 平成12年2月17日 (2000.2.17)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 道嶋 正司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤーブ株式会社内

(72)発明者 林 秀和

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤーブ株式会社内

(74)代理人 100102277

弁理士 佐々木 晴康 (外2名)

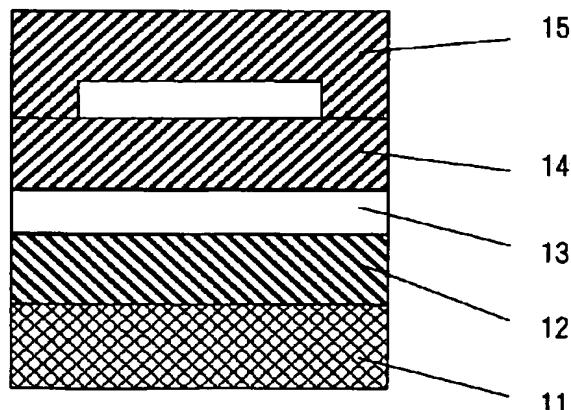
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気トンネル接合素子及びそれを用いた磁気メモリ

(57)【要約】

【課題】 従来の磁気トンネル接合(MTJ)素子ではメモリ層となる強磁性層の磁化が面内方向であるため、両端部には磁極が発生し、さらに、磁気メモリの高密度化を図るにはMTJ素子を微細化する必要があるが、素子の微細化にともない両端部の磁極による反磁界の影響が大きくなり、メモリ層の磁化が不安定になる。

【解決手段】 MTJ素子1のメモリ層となる強磁性層14の上に、中央部を離間して閉磁路層15を設ける。



11

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも第1磁性層、絶縁層、第2磁性層を順に積層した磁気トンネル接合素子であって、少なくとも前記第1又は第2磁性層の前記絶縁層積層側と異なる側に第3磁性層を設け、前記第1及び第3磁性層又は前記第2及び第3磁性層により閉磁路を構成することを特徴とする磁気トンネル接合素子。

【請求項2】前記第3磁性層は、中央部を離間するとともに、両端において直接又は第4磁性層を介して、前記第1又は第2磁性層と接合することを特徴とする請求項1記載の磁気トンネル接合素子。

【請求項3】前記第1又は第2磁性層と第3磁性層との離間部に、少なくとも1つのリード線を設けたことを特徴とする請求項2記載の磁気トンネル接合素子。

【請求項4】少なくとも第1磁性層、絶縁層、第2磁性層を順に積層し、少なくとも前記第1又は第2磁性層の前記絶縁層積層側と異なる側に第3磁性層を設け、前記第1及び第3磁性層又は前記第2及び第3磁性層により閉磁路を構成した磁気トンネル接合素子を用いたことを特徴とする磁気メモリ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気トンネル接合素子及びそれを用いた磁気メモリに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、磁気トンネル接合(MTJ)素子は、従来の異方性磁気抵抗効果(AMR)素子や巨大磁気抵抗効果(GMR)素子に比べて大きな出力が得られるところから、HDD(ハード・ディスク・ドライブ)用再生ヘッドや磁気メモリへの応用が考えられている。

【0003】特に、磁気メモリにおいては、半導体メモリと同じく稼動部の無い固体メモリであるが、電源が断たれても情報を失わない、繰り返し回数が無限回である、放射線が入射しても記録内容が消失する危険性がない等、半導体メモリと比較して有用である。

【0004】従来のMTJ素子の構成として、例えば特開平9-106514号公報に示されているものを図6に示す。

【0005】図6のMTJ素子は、反強磁性層41、強磁性層42、絶縁層43、強磁性層44を積層したものである。ここで、反強磁性層41としてFeMn、NiMn、PtMn、IrMn等の合金を用い、強磁性層42及び強磁性層44としてFe、Co、Ni或はこれらの合金を用いた。また、絶縁層43としては各種の酸化物や窒化物が検討されているが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の場合に最も高い磁気抵抗(MR)比が得られることが知られている。

【0006】また、この他に、反強磁性層41を除いた構成で、強磁性層42と強磁性層44の保磁力の差を利用したMTJ素子の提案もなされている。

【0007】次に、図6の構造のMTJ素子を磁気メモリに使用する場合の動作原理を図7に示す。

【0008】強磁性層42及び強磁性層44の磁化はいずれも膜面内にあり、平行もしくは反平行となるように実効的な一軸磁気異方性を有している。そして、強磁性層42の磁化は反強磁性層41との交換結合により実質的に一方向に固定され、強磁性層44の磁化の方向で記録を保持する。

【0009】このメモリ層となる強磁性層44の磁化が平行もしくは反平行でMTJ素子4の抵抗が異なることを検出して情報の読み出しを行い、MTJ素子の近傍に配置した電流線が発生する磁界を利用して強磁性層44の磁化の向きを変えることで情報の書き込みを行う。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記構造のMTJ素子では強磁性層42及び強磁性層44の磁化が面内方向であるため、両端部には磁極が発生する。磁気メモリの高密度化を図るにはMTJ素子4を微細化する必要があるが、素子の微細化にともない両端部の磁極による反磁界の影響が大きくなる。

【0011】強磁性層42については反強磁性層41と交換結合していることから、上記の反磁界の影響は少なく、また、米国特許5841692号公報に開示されているように、強磁性層42を反強磁性結合する二つの強磁性層で構成することにより、端部に発生する磁極を実質的にゼロにできる。

【0012】しかしながら、メモリ層となる強磁性層44については同様の手法を取ることができないところから、パターンが微細化するに連れて端部磁極の影響により磁化が不安定となり、記録の保持が困難となってしまう。

【0013】そこで、本発明は上記課題を解決するために、パターンが微細化してもメモリ層に記録された磁化状態が安定に存在することのできる磁気トンネル接合素子及びそれを用いた磁気メモリを提供すること目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気トンネル接合素子は、少なくとも第1磁性層、絶縁層、第2磁性層を順に積層した磁気トンネル接合素子であって、少なくとも前記第1又は第2磁性層の前記絶縁層積層側と異なる側に第3磁性層を設け、前記第1及び第3磁性層又は前記第2及び第3磁性層により閉磁路を構成したことを特徴とする。

【0015】さらに、前記第3磁性層は、中央部を離間するとともに、両端において直接又は第4磁性層を介して、前記第1又は第2磁性層と接合することを特徴とする。

【0016】さらに、前記第1又は第2磁性層と第3磁性層との離間部に、少なくとも1つのリード線を設けた

ことを特徴とする。

【0017】また、本発明の磁気メモリは、少なくとも第1磁性層、絶縁層、第2磁性層を順に積層し、少なくとも前記第1又は第2磁性層の前記絶縁層積層側と異なる側に第3磁性層を設け、前記第1及び第3磁性層又は前記第2及び第3磁性層により閉磁路を構成した磁気トンネル接合素子を用いたことを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明について図1から図5を用いて説明する。

【0019】図1に本発明のMTJ素子の構成例を示す。

【0020】図1に示すように、本発明のMTJ素子1は、反強磁性層11、強磁性層12、絶縁層13、強磁性層14、閉磁路層（強磁性層）15からなる。強磁性層14と閉磁路層（強磁性層）15は両端部で直接接合し、中央部で離間している。

【0021】また、図1に示すように、強磁性層14と閉磁路層（強磁性層）15を積層することにより、強磁性層14と閉磁路層（強磁性層）15との磁化は閉ループ（閉磁路）を構成するようになり、これにより強磁性層14の端部に磁極が発生することを回避することができる。

【0022】また、反強磁性層11と強磁性層12は交換結合している。

【0023】反強磁性層11の材料としてはFeMn、NiMn、PtMn、IrMn等の合金を用いることができ、強磁性層12、14及び閉磁路層（強磁性層）15の材料としてはFe、Co、Ni或はこれらの合金を用いることができる。また、絶縁層13としてはMR比の点からAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜が好ましいが、他の酸化膜、窒化膜等の絶縁膜でもあっても、またSi膜、ダイヤモンド膜、ダイヤモンドライカーボン（DLC）膜等の絶縁膜であっても構わない。

【0024】強磁性層12、14及び閉磁路層15の膜厚は、10Å以上であることが好ましい。これは膜厚が薄すぎると熱エネルギーの影響で超常磁性化するためである。

【0025】また、前記絶縁層13の層厚は3Å以上30Å以下であることが好ましい。これは、絶縁層13の膜厚が3Å以下である場合、強磁性層12と強磁性層14が電気的にショートする可能性があり、絶縁層13の膜厚が30Å以上である場合、電子のトンネルが起きにくく、磁気抵抗比が小さくなってしまうからである。

【0026】また、本発明のMTJ素子としては、図2、図3に示すように、強磁性層14と閉磁路層（強磁性層）15を両端部で強磁性層16、16'を介して接合し、中央部では離間している構造にすることもできる。

【0027】次に、本発明のMTJ素子1をランダムア

クセス可能な磁気メモリに用いた場合の概略図を図4に示す。

【0028】トランジスタ21は読み出し時にMTJ素子1を選択する役割を有している。“0”、“1”的情報は図1に示すMTJ素子1の強磁性層14の磁化方向によって記録されており、強磁性層12の磁化方向は固定されている。そして、強磁性層12と強磁性層14の磁化が平行の時は抵抗値が低く、反平行の時は抵抗値が高くなるという磁気抵抗効果を利用して情報を読み出す。一方、書き込みは、ピット線22とワード線23が形成する合成磁界によって強磁性層14及び閉磁路層（強磁性層）15の磁化の向きを反転することで実現される。なお、24はブレートラインである。

【0029】図5にピット線22とワード線23の配置の例を示す。図5に示すように、強磁性層14と閉磁路層（強磁性層）15の中央離間部内にピット線22とワード線23を貫通させることにより、強磁性層14及び閉磁路層（強磁性層）15の磁化の向きを反転するのに要する電流値が小さくなり、磁気メモリの消費電力を低減することができる。

【0030】なお、ピット線及びワード線の配置としては、図5に制限されることはなく、ピット線とワード線を同一平面上に設けることも可能である。また、両方もしくはどちらか一方の配線をMTJ素子の外部近傍に設けることも可能であり、このようにすることにより、プロセスが簡単になる。

【0031】また、図5ではピット線22とワード線23はともに強磁性層14及び閉磁路層（強磁性層）15から電気的に絶縁されているが、どちらか一方を強磁性層14及び閉磁路層（強磁性層）15と電気的に接続し、抵抗変化を検出するための電極としても可能である。

【0032】また、上述では、強磁性層12の磁化は反強磁性層11との交換結合により固定されているが、保持力の大きい強磁性材料を使用する等のその他の手段をとることも可能である。

【0033】また、金属層を介して反強磁性結合する二つの強磁性層で強磁性層12を構成することにより、強磁性層12の端部に生じる磁極の影響を軽減できる。また、強磁性層12を例えば補償点近傍組成の希土類-遷移金属合金膜のようなフェリ磁性材料で構成しても同様に端部の磁極の影響を低減できる。

【0034】また、図1の場合とは逆の順序に各層を積層することも可能である。

【0035】また、図1では一方の強磁性（強磁性層14）のみに閉磁路構造を形成したが、両方の強磁性層（強磁性層12、14）に閉磁路構造を形成してもよい。

【0036】また、上述では、MTJ素子部分のみを示したが、実際の素子形成においては電流供給用の電極、

基板、保護層及び密着層等が必要となることは明らかである。

【0037】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、端部磁極の影響を低減できることから、パターンが微細化されても安定した磁化状態を保持することができ、メモリ層となる強磁性層が閉磁路構造を取ることから、外部漏洩磁界に対して安定となる。

【0038】また、端部磁極の影響を低減できることから、パターンが微細化されても安定した磁化状態を保持することができることにより、より高い集積度の磁気メモリを実現することができ、磁気メモリの消費電力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるMTJ素子の構成例を示す図である。

【図2】本発明によるMTJ素子の他の構成例を示す図である。

【図3】本発明によるMTJ素子の他の構成例を示す図である。

\* 【図4】本発明のMTJ素子を用いた磁気メモリの構成例を示す図である。

【図5】本発明のMTJ素子を用いた磁気メモリのワード線とビット線の配置例を示す図である。

【図6】従来のMTJ素子の構成例を示す図である。

【図7】磁気メモリに用いられる従来のMTJ素子の動作原理を示す図である。

【符号の説明】

1 : MTJ素子

11、31 : 反強磁性層

12、14、32、34 : 強磁性層

13、33 : 絶縁層

15、35 : 閉磁路層

21 : パターン

22 : ビット線

23 : ワード線

24 : ブレートライン

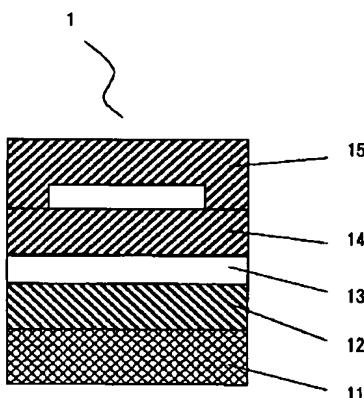
41 : 反強磁性層

42、44 : 強磁性層

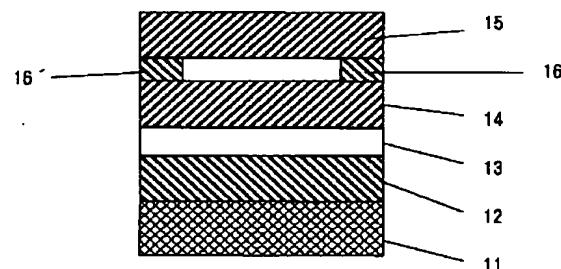
43 : 絶縁層

\*20

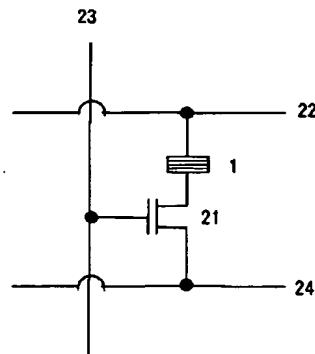
【図1】



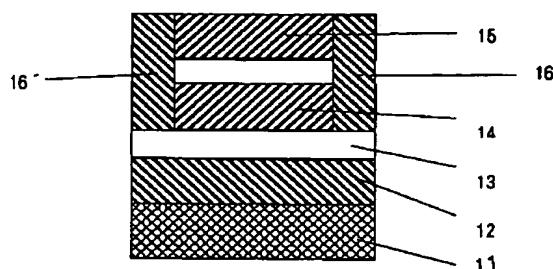
【図2】



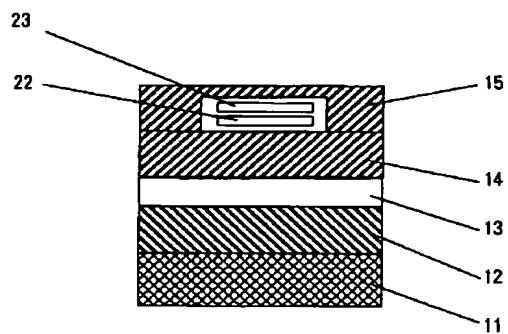
【図4】



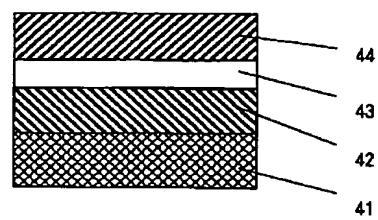
【図3】



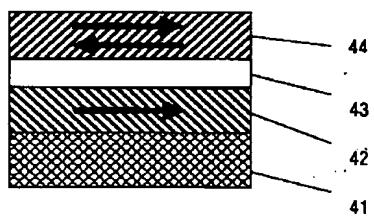
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 南方 量二

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

F ターム(参考) 5D034 BA03 BA15